

Uji Daya Hambat Bakteri Pada Pelamik Semen Ionomer Kaca Yang Ditambahkan Antimikroba Setilpiridinium Klorida (CPC) Terhadap Streptokokus Mutans Secara In Vitro

(Inhibition Test of Glass Ionomer Cement Lining Incorporated Cetylpyridinium Chloride (CPC) to Streptococcus Mutans In Vitro)

Nila Kasuma
Departemen Periodonsia
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 77
Padang – Sumatera Barat - 25121

Abstrak

Prosedur pembuangan sebagian jaringan karies gigi dapat memungkinkan menyisakan mikroorganisme didalam kavitas gigi. Aplikasi bahan pelapik kedalam kavitas dapat melindungi pulpa dari invasi bakteri yang masih tersisa di dentin. Pelapik semen ionomer kaca (GIC) mampu melepaskan fluorida yang bersifat bakteriostatik namun masih tergolong lemah. Penambahan antimikroba setilpiridinium klorida (CPC) pada pelapik GIC dapat meningkatkan efek antibakteri pelapik dalam menghambat pertumbuhan Streptococcus mutans. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besar daya hambat pelapik GIC yang ditambahkan CPC dalam menghambat pertumbuhan Streptococcus mutans. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Andalas. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan jumlah sampel masing-masing perlakuan terdapat 6 sumuran. Penelitian ini menggunakan GIC tipe III yang ditambahkan CPC 2%, 3%, 4% dan tanpa penambahan CPC sebagai kontrol negatif. Hasil pengujian daya hambat, pelapik GIC yang ditambahkan CPC ini menggunakan metode difusi agar dengan sumuran. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata zona hambat paling besar yang menghambat Streptococcus mutans adalah pelapik GIC yang ditambahkan CPC 4%. Hasil uji One way ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan bermakna diameter zona hambat pelapik GIC yang ditambahkan CPC dengan tanpa penambahan CPC terhadap pertumbuhan Streptococcus mutans ($p < 0,05$). Kesimpulan penelitian ini pelapik GIC yang ditambahkan CPC dapat meningkatkan efek antibakteri pelapik GIC dalam menghambat pertumbuhan bakteri Streptococcus mutans.

Kata kunci: semen ionomer kaca , setilpiridinium klorida, daya hambat, Streptococcus mutans.

Abstract

Partial removal of dental caries can leave microorganisms in dental cavities. Application lining material into cavity can protect the pulp from bacteria invasion. Glass ionomer cement (GIC) is capable to release fluoride which is a bacteriostatic, but still quite. The addition of cetylpyridinium chloride (CPC) on GIC lining can improve the antibacterial effect in inhibiting the growth of bacteria Streptococcus mutans. The purpose of the study was to examine the large resistor result of GIC lining added CPC in inhibiting bacteria Streptococcus mutans. This research was conducted at Laboratory of Microbiology FMIPA University of Andalas. This study was an experimental study, the total sample of each treatment was 6 wells. This study used GIC type III added with CPC 2%, 3%, 4 % and without added CPC as a negative control. The results of inhibiting of GIC lining added CPC using the well agar diffusion method. The research results showed the biggest inhibition zone average to inhibit Streptococcus mutans is GIC lining added with CPC 4%. ANOVA test results showed that there was difference significant diameter inhibition zone of GIC lining added with CPC and GIC lining without added CPC toward Streptococcus mutans growth ($p < 0,05$). The conclusion, GIC lining added CPC showed increasing antibacterial effect in inhibiting the growth of Streptococcus mutans.

Key words : Glass ionomer cement lining, cetylpridinium chloride, inhibition zone, Streptococcus mutans

PENDAHULUAN

Ekskavasi jaringan karies secara konservatif dilakukan dengan menerapkan prinsip intervensi minimal, pembuangan jaringan karies dilakukan hanya pada dentin yang terinfeksi (*infected dentin*). Dalam membuang jaringan karies, ekskavasi berlebihan harus dihindari agar pulpa tidak terbuka. Prosedur pembuangan jaringan karies yang benar dapat menginduksi dentin, menghentikan proses perkembangan karies dan menjaga vitalitas pulpa.¹

Kavitas gigi yang telah diekskavasi dapat ditutup dengan bahan tambal gigi. Sebelum penempatan bahan tambal, sebaiknya kavitas dilapisi terlebih dahulu oleh bahan perantara yaitu *liner* atau *base*.² Material tersebut secara umum berfungsi untuk melindungi pulpa dari trauma fisik, termal, mekanik dan kimia yang dapat ditimbulkan dari bahan tambal itu sendiri.³ Pelapik kavitas dapat berupa semen atau resin yang diaplikasikan secara tipis pada kavitas dengan ketebalan kurang dari 0,5 mm. Pelapik kavitas digunakan untuk melindungi pulpa dari invasi bakteri, iritasi kimiawi bahan tambal dan mencegah kebocoran mikro.⁴

Weiner tahun 2011 mendefinisikan pelapik adalah material yang diaplikasikan selapis tipis untuk melindungi dentin dan dinding kavitas dari invasi bakteri dan iritasi bahan restorasi.² Anusavice menyatakan pelapik merupakan lapisan semen yang mengisolasi dan dapat juga mengandung bahan medikasi yang diaplikasikan pada preparasi yang dalam, untuk melindungi pulpa dari kerusakan termal dan kimiawi. Bahan pelapik harus

cukup kuat untuk menahan bahan tambal, juga melindungi dari kerusakan termal dan elektrik (*galvanic shock*).³ Jenis-jenis bahan pelapik antara lain pernis, kalsium hidroksida, oksida seng eugenol, seng fosfat, seng polikarboksilat, ionomer kaca dan resin.²

Prosedur ekskavasi karies tidak seluruhnya mengeliminasi mikroorganisme dari kavitas. Bakteri yang tersisa pada dentin dan bakteri yang masuk dari kebocoran marginal dapat menginisiasi terjadinya karies sekunder dan infeksi pulpa. Untuk menghindari hal tersebut, material dan medikamen yang dipilih harus memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri kariogenik.⁵ Semen ionomer kaca mempunyai sifat yang menguntungkan. Pelapik GIC memiliki sifat adhesif yang baik yang mampu berikatan dengan email serta dentin secara langsung.⁶ Sifat biokompatibel dan dapat melepas ion fluor yang dapat mengurangi proses demineralisasi dan merangsang proses remineralisasi jaringan gigi.⁷

Pelepasan ion fluor tidak dapat berlangsung dalam waktu yang lama. Namun, ion fluoride didapatkan kembali dari penggunaan pasta gigi, jel fluorida topikal, dan obat kumur yang mengandung fluor.² Pelepasan ion fluor memberikan efek antibakteri pada bahan pelapik GIC namun efek antibakteri ini masih tergolong lemah.⁸ Setelah pembuangan dentin yang terinfeksi dan penutupan karies yang adekuat, bakteri masih tersisa pada *affected dentin*. Oleh karena itu diperlukan substansi antimikroba sebagai bahan tambahan bahan pelapik untuk mengurangi resiko infeksi karies berulang dan kerusakan pulpa.⁹ Salah satu

bakteri yang mampu bertahan hidup di bawah bahan tambal adalah *Streptokokus mutans*.¹⁰

Bahan antimikroba selain digunakan sebagai tambahan pada bahan pelapik juga digunakan pada perekat orthodontik, material basis gigi tiruan, dan bahan bonding dentin. Antimikroba yang bisa digunakan pada bahan pelapik antara lain setilpiridinium klorida, natrium fusidat, triklosan, seng sitrat, benxalkonium klorida, dan kombinasi triklosan.⁵

Setilpiridinium klorida merupakan senyawa antimikroba amonium kuartenari yang berifat bakterisid monokationik. CPC berpenetrasi melalui membran bakteri dan menyebabkan kebocoran intraseluler sel sehingga menghambat pertumbuhan bakteri dan selanjutnya bakteri menjadi mati.¹¹ Namba *et al.*, menyatakan bahwa pertumbuhan *S. mutans* terhambat pada resin yang mengandung 3% setilpiridinium klorida.¹² Dimkov *et al.*, melakukan penelitian tentang efek *compressive strength* dan *setting time* semen ionomer kaca yang ditambahkan CPC dan benzalkonium klorida. Hasil penelitian tersebut menyatakan terjadi penurunan *setting time* saat semen ionomer kaca ditambahkan CPC tetapi penurunannya tidak terlalu bermakna dan penambahan CPC sebesar 3 % ke dalam GIC tidak berdampak buruk terhadap *compressive strength* semen tersebut.¹³ A-Musallam *et al.*, di dalam penelitiannya menyebutkan penambahan CPC 2,5 % ke dalam ortodonti adhesif dapat meningkatkan efektifitas antimikroba bahan tersebut tanpa mengubah diameter *tensile strength*.¹⁴ Penambahan CPC ke dalam GIC juga dapat menurunkan kekerasan semen namun besar penurunan masih bisa ditoleransi.¹⁵

Berdasarkan data tersebut peneliti ingin menguji daya hambat bakteri pada pelapik *glass ionomer cement* (GIC) yang ditambahkan larutan CPC terhadap *Streptococcus mutans* secara in vitro dalam upaya memaksimalkan proses eliminasi bakteri *Streptokokus mutans* pada kavitas gigi yang karies dan mencegah karies sekunder.

MATERI DAN METODE

Kajian dalam penelitian ini adalah hubungan pelapik semen ionomer kaca (GIC) yang ditambahkan CPC dengan besar zona hambat bakteri *Streptokokus mutans*. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian ekperimental laboratorium dengan desain penelitian *post test only control group design*. Jumlah sampel adalah 24 unit sampel yang terdiri atas 4 kelompok yaitu kelompok yang ditambahkan CPC dengan konsentrasi 2%, 3%, 4% dan tanpa penambahan CPC. Penghitungan jumlah sampel ditentukan dengan rumus Federer.

Pada penelitian ini semen ionomer kaca yang digunakan adalah *GC Fuji Lining* (*GC Corporation, Tokyo, Japan*). Mikroorganisme yang digunakan adalah *S. mutans*. Benih *S. mutans* di diinkubasi secara anaerob selama 18 jam pada suhu 37°C.¹⁶ Benih kemudian dikembangbiakkan dan di kultur di dalam *Blood Agar Plate*. Metode difusi sumuran dilakukan dengan membuat lubang sumuran pada media agar padat dengan menggunakan *corkbored* berdiameter 7 mm yang kemudian diisi dengan bahan uji. Pengukuran zona hambat dilakukan setelah media yang berisi bakteri dan bahan uji diinkubasi selama 24 jam di dalam inkubator pada suhu 37°C yang ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar bahan uji. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.¹⁷

Perhitungan luas daerah zona hambat didapat dengan cara menghitung rata-rata zona hambat pada masing-masing kelompok perlakuan. Pada penelitian ini, data diuji secara statistik menggunakan software SPSS 17 dengan uji *One way-Anova* dan *Least Significant Difference* (LSD)

HASIL

Penelitian menggunakan metode difusi agar dengan sumuran yang dilakukan dengan mengukur zona hambat terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Hasil uji sensitivitas dengan pengukuran zona hambat yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Perbedaan zona hambat pelapik GIC yang ditambahkan CPC terhadap *Streptokokus mutans*

CPC	n	\bar{X}	SD	p
2%	6	18,87	0.9	0,00
3%	6	21,70	0.4	
4%	6	22,58	1.19	
Kontrol	6	8,04	0.4	

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa pelapik GIC yang ditambahkan CPC dan tanpa penambahan CPC mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Streptokokus mutans*. Rata-rata zona hambat terbesar terdapat pada pelapik GIC yang ditambahkan CPC 4% dengan rata-rata diameter zona hambat 22,58 mm. Pelapik GIC yang ditambahkan CPC 3% memiliki rata-rata zona hambat sebesar 21,70 mm dan pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2 % memiliki rata-rata zona hambat yang lebih kecil yaitu sebesar 18,87 mm. Pada kelompok kontrol yaitu

pelapik GIC yang tidak ditambahkan CPC memiliki rata-rata zona hambat terkecil yaitu 14,25 mm.

Hasil uji statistik dengan menggunakan uji beda lanjut (LSD) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2% dengan pelapik GIC yang ditambahkan CPC 4% ($p=0,08$) dan pelapik GIC yang ditambahkan CPC dengan kelompok kontrol ($p=0,00$), $p>0,05$.

Tabel 2. Hasil uji beda lanjut *Least Significant Difference* (LSD) daya hambat pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2%, 3%, 4% dan kontrol.

CPC	2%	3%	4%	Kontrol
2%	-	0,00	0,00	0,00
3%	0,00	-	0,08	0,00
4%	0,00	0,08	-	0,00
Kontrol	0,00	0,00	0,00	-

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengukuran zona hambat pertumbuhan *Streptokokus mutans* didapat rata-rata zona hambat pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2% , 3% dan 4% secara berturut-turut adalah 18,87 mm, 21,70 mm dan 22,58 mm. Hal ini dikarenakan setilpiridinium klorida (CPC) merupakan senyawa amonium quartenari yang memiliki aktivitas antibakteri spektrum luas.¹⁸ CPC dapat berpenetrasi melalui membran bakteri dan menyebabkan kebocoran intraseluler sel sehingga menghambat pertumbuhan bakteri dan selanjutnya bakteri menjadi mati.¹¹

Streptokokus mutans termasuk bakteri gram positif yang memiliki dua enzim pada

dinding selnya yang dapat membentuk dua polisakarida ekstraseluler dari sukrosa.¹⁹ *Streptokokus mutans* memiliki kemampuan untuk bertahan hidup di bawah tambalan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Paddick *et al.*, menunjukkan hanya ada beberapa jenis bakteri yang mampu memproduksi enzim yang dibutuhkan untuk memecahkan gula dari glikoprotein yang masih tersisa pada dentin setelah kavitas ditutup tambalan. Jenis bakteri yang paling sering ditemukan di bawah tambalan tersebut adalah bakteri *Streptokokus mutans*.²⁰

Bakteri *Streptokokus mutans* memiliki kemampuan untuk memproduksi asam dan bertahan dalam lingkungan asam yang membuat bakteri ini menjadi penyebab utama terbentuknya karies dan perkembangan karies. Pada pembuangan sebagian jaringan karies gigi memungkinkan masih tersisanya nutrisi pada dentin sisa. Sisa nutrisi yang terbatas di bawah tambalan dapat dimanfaatkan *Streptokokus mutans* untuk bertahan hidup. Bakteri ini dapat hidup dengan baik secara fisik, kimia, biologi dan lingkungan sehingga dapat membentuk koloni dan menetap di bawah tambalan yang dapat menyebabkan terbentuknya karies sekunder.¹⁰

Penggunaan bahan pelapik semen ionomer kaca (GIC) dapat mencegah invasi bakteri pada dentin *affected* masuk ke dalam pulpa. Pelapik GIC dapat melepaskan ion fluorida yang dapat merangsang proses remineralisasi dan bersifat antibakteri.⁸ Ion fluorida dapat menghambat pertumbuhan, kolonisasi dan produksi asam dari bakteri akan tetapi efek antibakteri yang dihasilkan ion fluorida ini masih tergolong lemah.²¹ Pada beberapa penelitian sebelumnya, menyarankan untuk

mencampurkan agen antimikroba ke dalam pelapik GIC. Pencampuran kedua agen antimikroba dapat memberikan keuntungan, dapat mencegah terbentuknya karies dan menghambat pembentukan plak di sekitar tambalan.²²

Salah satu agen antimikroba yang dapat dicampurkan ke dalam pelapik GIC adalah setilpiridinium klorida (CPC). CPC merupakan salah satu surfaktan yang bersifat garam. CPC memiliki gugus ionik kation dan anion yang umum digunakan sebagai desinfektan dan antiseptik oral.²³ Struktur molekul CPC berupa rantai hidrogen, nitrogen dan karbon. CPC juga terdiri atas ion kation berupa pyridinium dan ion anion berupa chloride. Rantai panjang lipophilic alkyl CPC dapat melisis membran bakteri melalui aktifitas cidal.²⁴ CPC memiliki 2 grup molekul yaitu grup hidrofilik dan hidrofobik. Sifat molekul hidrofilik CPC memiliki peran utama dalam aktivitas antimikroba dari CPC yang dimana molekul tersebut memiliki afinitas yang kuat terhadap bakteri sedangkan molekul hidrofobiknya mampu menyatu dan berinteraksi dengan permukaan sel bakteri dan masuk ke dalam membran sitoplasmik sel yang dapat mengganggu integritas membran serta metabolisme sel bakteri sehingga pertumbuhan bakteri terhambat dan bakteri mati.²⁵

Pada penelitian ini, pada pelapik GIC yang ditambahkan CPC menunjukkan adanya aktivitas daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Rata-rata zona hambat yang terbentuk pada pelapik GIC yang ditambahkan CPC 4% menunjukkan zona hambat terbesar dibandingkan penambahan CPC 2% dan CPC 3%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dimkov *et al.*, juga menunjukkan adanya daya hambat bakteri pada GIC yang

ditambahkan CPC 1%, 2% dan 4% dan terjadi peningkatan daya hambat seiring dengan meningkatnya konsentrasi.^{26,27}

Menurut David dan Stout zona hambat bakteri dapat dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu lemah (<5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (11-20 mm) dan sangat kuat (>20 mm).²⁸ Pada penelitian ini pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2%, 3% dan 4% adalah 18,87 mm, 21,70 mm dan 22,58 mm. Zona hambat yang terbentuk dari ketiga konsentrasi ini dikategorikan kuat. Pada penelitian yang dilakukan Dimkov juga menunjukkan zona hambat yang terbentuk pada penambahan CPC 1%, 2 % dan 4% ke dalam pelapik GIC dikategorikan sedang yang rata-rata memiliki zona hambat sebesar 6 mm.²⁶

Besar daya hambat pencampuran pelapik GIC dengan agen antimikroba dapat dipengaruhi oleh interaksi sinergis atau antagonis antara kedua bahan ini. Pada penelitian yang dilakukan Giertsan *et al.*, menunjukkan adanya sinergisitas antara ion metal yang dicampurkan dengan antibakterial kationik yang mana CPC termasuk salah satu senyawa kationik. Dimkov (2012) juga menyatakan di dalam penelitian bahwa pencampuran ion kationik pada CPC menunjukkan interaksi yang sinergis dengan GIC namun tidak terlalu tinggi. Hal ini dibuktikan dari hasil penelitiannya dimana zona hambat yang terbentuk tidak terlalu besar pada saat GIC ditambahkan CPC.²⁷

Pawluk menyatakan faktor yang dapat mempengaruhi ukuran zona hambat adalah tingkat difusi antimikroba terhadap agar. Tingkat difusi tidak sama pada setiap jenis antimikroba, tergantung pada berat molekul, perlekatan dan kelarutan antimikroba tersebut. CPC merupakan garam yang larut di dalam air dan agar

sehingga menunjukkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan antimikroba yang bukan berasal dari senyawa garam.⁵

Pada penelitian ini, pelapik GIC tanpa penambahan CPC juga menunjukkan efek antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* namun zona hambat yang terbentuk tergolong sedang yaitu hanya 8,04 mm. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan Cepowicz *et al.*, menunjukan hasil yang tidak jauh berbeda dengan penelitian ini yaitu terbentuknya zona hambat bakteri pada pelapik GIC tanpa penambahan agen antimikroba dengan rata-rata zona hambat sebesar 9,77 mm yang juga tergolong sedang. Perbedaan hasil daya hambat ini bisa disebabkan karena adanya perbedaan ion *fluoride* yang dilepaskan oleh pelapik GIC dengan merek dagang yang berbeda. Semakin tinggi ion *fluoride* yang dilepaskan maka zona hambat yang terbentuk semakin besar.²⁹

Penelitian uji daya hambat pada pelapik GIC yang ditambahkan CPC terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dengan menggunakan metode difusi agar yang memiliki keterbatasan. Keterbatasan yang paling utama adalah ketidakmampuan metode ini untuk membedakan bahan uji bersifat bakteriostatik atau bakterisid dan juga homogenitas suspensi bakteri pada medium agar sulit untuk dikontrol sehingga dapat mempengaruhi keakuratan hasil zona hambat yang terbentuk.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2 %, 3 %, dan 4 % dan tanpa penambahan CPC dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Penambahan CPC 4 % ke dalam pelapik GIC menunjukkan zona hambat bakteri yang paling besar dibandingkan konsentrasi CPC

lainnya. Zona hambat bakteri yang paling kecil ditunjukkan pada pelapik GIC tanpa penambahan CPC sebagai kelompok kontrol dan terdapat perbedaan yang bermakna antara pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2%, 3% dan 4% dengan pelapik GIC tanpa penambahan CPC. Adanya perbedaan yang bermakna ini disebabkan karena CPC termasuk agen antimikroba monokationik yang memiliki kemampuan untuk merusak dinding sel bakteri *Streptococcus mutans* dan menghambat pertumbuhannya sehingga bakteri menjadi mati.²³

Kesimpulan, pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2%, 3% dan 4 % memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2% dan 4% memiliki perbedaan yang bermakna dengan pelapik GIC tanpa penambahan CPC dalam menghambat bakteri *Streptococcus mutans*. Pada pelapik GIC yang ditambahkan CPC 4% memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara bermakna dibandingkan pelapik GIC yang ditambahkan CPC 2% dan tanpa penambahan CPC.

Disarankan penambahan setilpiridinium klorida (CPC) ke dalam pelapik GIC, maka perlu dilakukan pengujian secara klinis tentang efek pencampuran kedua bahan tersebut terhadap sifat fisik dan mekanik semen. Pengujian daya hambat perlu dilakukan pada pelapik semen ionomer kaca yang ditambahkan setilpiridinium klorida (CPC) menggunakan metode lain yang dapat menunjukkan apakah efek antibakteri tergolong bakteriostatik atau bakterisid.

KEPUSTAKAAN

1. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y. Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation – a systematic review. *Journal of Dentistry*, 2011; 39 : 95–107
2. Weiner R. Liners and bases in general dentistry. *Australian Dental Journal* 2011; 56 (1): 11–22
3. Anusavice KJ. *Phillip's Science of Dental Material*. Ed 12nd. Elsevier Saunders. Missouri; 2013 : 307-340
4. [Fernanda CP](#), [Luiz CP](#), [Diogo RC](#), [Hisham MH](#), and [Lucas FR](#). *In vitro* comparison of the radiopacity of cavity lining materials with human dental structures *J Conserv Dent* 2010; 13(2): 65–70.
5. Pawluk, KM. Release of Antimicrobial Compound of Glass Ionomer Cement. Thesis in The University of Greenwich. 2011 England
6. Davidson CL. Advances in glass-ionomer cement. *J Minim Interv Dent* 2009; 2(1): 3-15.
7. Singh TRM, Suresh P, Sandhrayani, Sravanthi J. Glass ionomer cement (GIC) in dentistry : A review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 2011; 1(1):26-30.
8. Du X, Huang X, Huang C, Frencken JE, Yang T. Inhibition of early biofilm formation by glass-ionomer incorporated with chlorhexidine in vivo: a pilot study. *Australian Dental Journal* 2012; 57: 58-64.
9. Takahashi Y, Imazato S, Kaneshiro AV, Ebisu S, Frencken JE, Tay FR. Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach. *Dental Materials*, 2006; 22, 647–652
10. Dame-Teixeira N, Arthur RA, Parolo CCF, Maltz M. Genotypic diversity and virulence traits of streptococcus mutans isolated from carious dentine after partial caries removal and sealing. *The Scientific World Journal* 2014; 1-6.
11. DePaola LG, Spolarich AE. Safety and efficacy of antimicrobial mouthrinse in

- clinical practice. *Journal of Dental Hygiene* 2007; 13-22.
12. Namba N, Yoshida Y, Nagaoka N, Takashima S, Matsuura- Yoshimoto K, Maeda H, Van Meerbeek B, Suzuki K , Takashiba S.. Antibacterial effect of bactericide immobilized in resin matrix. *Dental Materials*. 2009 ; 25: 424-430
 13. Dimkov A, Nicholson WJ, Gjorgievska E, Booth S. Compressive strength and setting determination of glass-ionomer cement incorporated with cetylpyridinium chloride and benzalkonium chloride. *Biol.Med.Sci* 2012; 33(1): 243-263.
 14. Al-Mussalam T, Evan CA, Drummond JL, Matasa C, Wu CD. Antimicrobial properties of an orthodontic adhesive combined with cetylpyridinium chloride. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006; 129(2): 245-251.
 15. Tuzuner T, Ulu T. Effect of antibacterial agents on the surface hardness of a conventional glass-ionomer cement *J Appl Oral Sci* 2010;45-49.
 16. Mahuli SA, Mahuli AV , Subramaniam R , Hiregoudar M , Prashant M , Chandu GN. Effect of Acid and Fluoride Release from Four Glass Ionomer Cements on *Streptococcus mutans*: An In Vitro Study. *International Journal of Dental Health Concerns* 2005; 1 (1): 19-22
 17. Castilo ARF, Duque C, Negrini TdC, Sacono NT, Paula AB, Costa CA *et al.* In vitro and in vivo investigation of biological and mechanical behaviour of resin-modified glass-ionomer cement containing chlorhexidine. *Journal of Dentistry* 2013;41:155-163.
 18. Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials: theory, practice and cases. Ed 4nd. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
 19. Alfath CR, Yulina V, Sunnati. Antibacterial effect of granati fructus cortex extract on *Streptococcus mutans in vitro*. *Journal of Dentistry Indonesia* 2013; 20(1): 5-8.
 20. Paddick S, Bralsford SR, Kidd EAM, Beighton P. Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restoration. *Applied and Environmental Microbiology* 2005;71(5): 2467-2472.
 21. Teixeira AG, Simionato MRL, Elian SN, Sobral MAP, Cerqueira MAA. *Streptococcus mutans*-induced secondary caries adjacent to glass ionomer cement, composite resin and amalgam restorations in vitro. *Braz oral Res* 2007;21(4):368-74
 22. Mathew SM, Thomas Am, Koshy G, Dua K. Evaluation of microleakage of Chlorhexidine-modified GIC: n in vivo study. *IJEPD* 2013;6(1): 7-11.
 23. Rowe RC, Sheskey DJ, Quinn ME, editor. Handbook of pharmaceutical excipients. Ed 6nd. USA. RPS; 2009.
 24. White DJ. An alcohol-free therapeutic mouthrinse with Cetylpyridinium chloride (CPC)-the latest advances in preventive care: crest pro-health rinse. *AM J Dent* 2005;18: 3A-8A.
 25. Williams MI. The antibacterial and antiplaque effectiveness of mouthwashes containing *cetylpyridinium chloride* with and without alcohol in improving gingival health. *J Clint Dent* 2011; 22(spec issue): 179-182.
 26. Cinar C, Ulu T, Ozcelik B, Karamuftuoglu N, Yucel H. Antibacterial Effect of silver zeolite containing root-canal filling material. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009 Aug; 90 (2) : 592-5.
 27. Dimkov A, Nicholson WJ, Gjorgievska E, Booth S. Compressive strength and setting time determination of glass-ionomer cements incorporated with cetylpyridinium chloride and benzalkonium chloride. *Prilozi*. 2012 Jul; 33(1):243-63.
 28. Andayani, Gani A, Handasari. Uji daya hambata ekstrak methanol daun saga (*Abrus precatorius* linn) terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *Cakradonya Dent J* 2010;4(1):400-474.
 29. Cepowicz EL, Kolada GM, Zalewska A, Pawinska M, Leszczyrska . Antibacterial activity of selected glass ionomer cements . *Postepy Hig Med Dows* 2014 ; 68: 23-28

